

فرمولاسیون، تولید و عیب‌یابی در فرایند های PVC سخت

مدیر سرپرست، مدیر فنی، مدیر تولید شرکت کیمیدون
دی ۱۴۰۱

فهرست مطالب

- 1 شناخت اجرای فرمولاسیون PVC
- 2 پخت و عوامل موثر بر آن
- 3 فرایند اختلاط در صنعت PVC
- 4 عیب‌یابی در فرایند تولید لوله
- 5 گذاری بر کنترل کیفیت لوله و اتصال PVC

فرمولاسیون‌های پیشنهادی برای PVC-U

phr			مواد
برقی	فاضلابی	آبرسانی	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	PVC
<۱۵	۱۸-۲۰	۷-۱۰	کوبنات کلسیم
۲.۲-۲.۸	۲.۳-۲.۸	۱.۸-۲.۳	استایلازیر
۱-۳	۰-۲	۰-۱	ایمپکت
۰-۰.۲	۰-۰.۴	۰-۰.۲	وکس
؟	؟	؟	؟

پارامترهای موثر بر کیفیت

کیفیت محصول نهایی

آمیزه سازی در پی وی سی

► PVC پلیمری است که به تنهایی کاربردی ندارد و بسته به نیاز لازم است افزودنی‌های مختلفی به آن اضافه گردد و خواص آن متناسب با کاربرد نهایی مورد نظر بهینه شود.

► چگونه افزودنی مناسب را انتخاب کنیم؟

- ❑ کاربرد نهایی محصول و استانداردسازی
- ❑ ساختار شیمیایی شرطی لازم اما ناکافی
- ❑ قیمت مواد

مهمترین روش‌های تولید PVC

► مهم‌ترین روش‌های پلیمریزاسیون PVC به لحاظ کاربردی:

- پلیمریزاسیون امولسیون (E)
- پلیمریزاسیون سوسپانسیون (S)

پرسی دیتاشیت

دیتاشیت بنفر امام ▶
دیتاشیت ارونند ▶
دیتاشیت ▶

معيار k (k-VALUE) داسيته و نرمي

S65 58, S60 58, S57 58

S80 54, S70 54

داسيته و نرمي

K-value

Application Area	k Value of S-PVC			
	57-60	63-65	65-68	70-74
Pipes (compact pipes or outer skin layer)	+++	++		
Pipes (foam layer)	+++			
Pipe fittings (projection-molded products)	+++			
Ceiling/wall panels, roller shutters	+	+++	++	
Edge banding (0.4 mm sheet)	+++	+++		
Edge banding (2 mm profile)	+++	++	+	
Foamed technical profiles	+++	++		
Foam sheets	+++	+		
Geo membranes and water stops			++	+++
Door/window profiles		+	+++	
Siding		+	+++	
Cabins, liners, tablecloth, shoe soles				+++
Cable channels		+++	++	
Rain gutters		++	+++	

+ recommended ++ very recommended +++ highly recommended

ساختر ذره‌ی PVC-S

9

کوبیده
لیپونه‌ها
ذره پودری

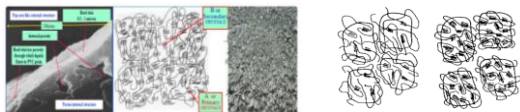
کوبیده (0.2-1µm)
گوبیده (0.1-1µm)
ذره پودری (50-300µm)



مکانیسم ژلینگ

10

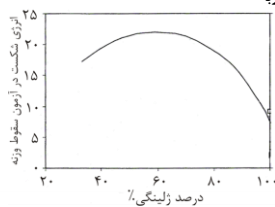
▶ شکست ذرات پودری و تبدیل آنها به گویچه‌ها نخستین مرحله فرایند ژلینگ، شکست گویچه‌ها و ترکیب شدن آنها به صورت یک توده پگنواخت مرحله دوم ژلینگ است.



اثر میزان ژلینگ بر خواص ماده

11

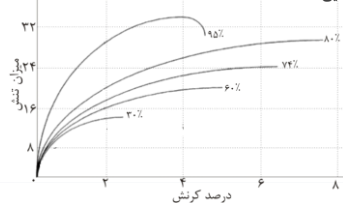
اثر بر میزان استحکام ضربه



اثر میزان ژلینگ بر خواص ماده

12

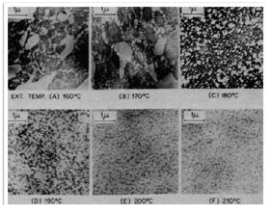
▶ اثر بر میزان تنش و کرنش نهایی





عوامل موثر بر درصد زلیسگی

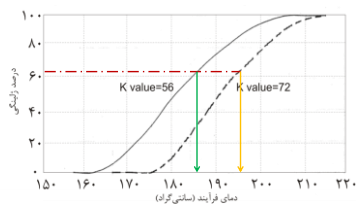
► دمای فرآیند





ادامه

► فرمولاسیون





قسمت دوم: پایدارکننده های حرارتی

□ مقدمه

□ چرا بی وی سی می سوزد؟

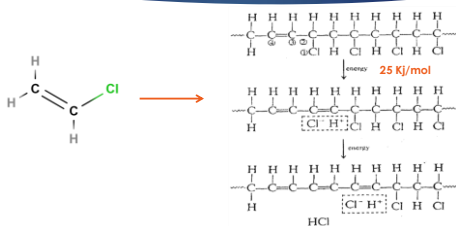
□ عملکرد پایدارکننده های سریبی چگونه است؟

□ چرا پایدارکننده بر پایه سرب؟

□ پارامترهای کنترلی برای انتخاب استاندارد خوب چیست؟



پلیمریزاسیون پلی وینیل کلراید



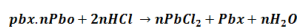


عملکرد پایدارکننده های بر پایه سرب

17

پایداری حرارتی اولیه
کریوکیستات جایگزین کلر آلیلی می شود و کلرید سرب تولید خواهد شد.

پایداری ثانویه
با اسید هیدروکلریک (که در طی تخریب پی وی سی آزاد می شود) واکنش داده و کلرید سرب خنثی ایجاد می کنند.





پایدار سازی پی وی سی در برابر حرارت

18



Formula: PVC 100/ Filler 50/ DOP 40/ Stabilizer 2.5
Temperature: 180 C
Test Time: 120 minute



مزایای استفاده از سیستم One pack



- بهبود خواص مکانیکی و توری
- کاهش تعداد افزودنی ها
- حمل و نقل آسان
- کاهش گرد و غبار در محیط
- افزایش دقت در توزین
- ثبات کیفیت در پودر مخلوط
- کاهش هزینه های سرمایه گذاری در بخش میکسر

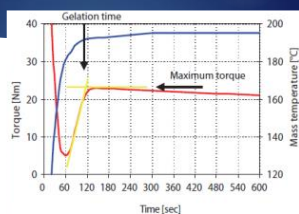


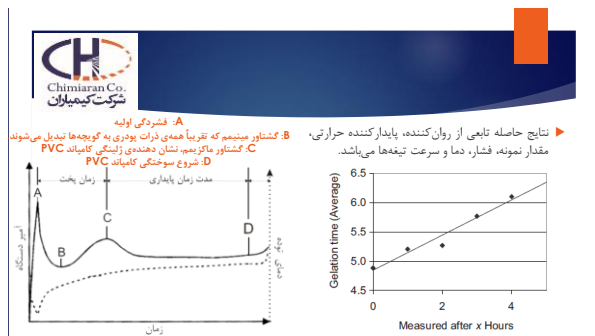
آزمون های کنترل کیفیت پایدار کننده ها

روش آزمون	آزمون
LA-WI05	درصد خاکستر
ISIRI7090	دانسیته غوطه وری
ASTM D127	نقطه ذوب قطره ای
ASTM D2115-67	پایداری حرارتی استاتیک
ASTM 2538	پایداری حرارتی دینامیک

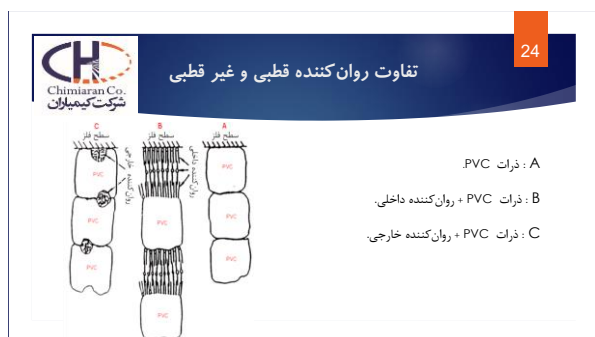


تست پایداری حرارتی دینامیک











چگونگی عملکرد روان کننده‌های مختلف

25

روان کننده	نوع روان کنندگی	
	داخلی	خارجی
الکل‌های چرب	■	
اسیدهای استر چرب	■	
استناترات کلسیم	■	
استناترات سرب	■	
اسید استناتریک	■	
اسید مونتانیک	■	
پارافین واکس	■	
پلی‌اتیلن واکس	■	

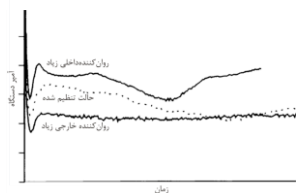
• به دلیل کارایی‌های متفاوت گروه‌های مختلف، استفاده از یک گروه روان کننده به تنهایی صحیح نمی‌باشد.

• انتخاب روان کننده تنها تحت تاثیر پلیمر نیست، بلکه بر هم کنش میان روان کننده و سایر افزودنی‌ها بسیار مهم است.



اثر مقدار مصرف روان کننده

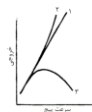
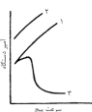
26



۱: اثر مقدار مناسب روان کننده.

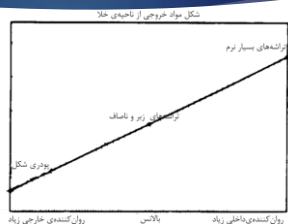
۲: اثر مقدار کم روان کننده.

۳: اثر مقدار زیاد روان کننده.



اثر روان کننده بر ناحیه خلاء

27

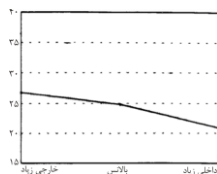
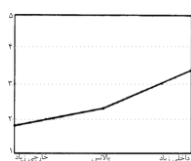


روان کننده داخلی زیاد بالایی روان کننده خارجی زیاد



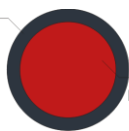
اثر مقدار روان کننده بر براقیت و رنگ لوله

28



ساختار کوپلیمرهای آکریلیکی

Shell
High T_g (PMMA)

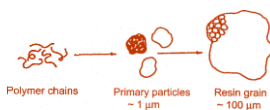
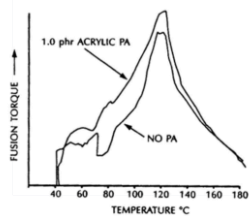


Core
Low T_g Alkyl Acrylate

- ▶ متشکل از کوپلیمر متیل متاکریلات و الکیل آکریلات.
- ▶ وزن مولکولی بسیار بالایی دارند.
- ▶ دارای ساختار پوسته-هسته می‌باشند.



اثر بر روی ذوب



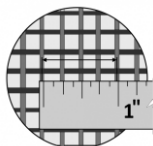


اندازه ذرات

▶ دانه‌بندی مواد (مشر)

▶ عدد مش بیانگر تعداد سوراخ‌های الک در واحد سطح آن است.

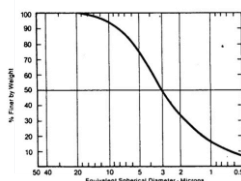
متی (شماره الک باری)	اندازه چشمک‌های الک (میکرون)
۲۰۰	۷۵
۴۲۵	۳۵
۵۰۰	۳۰
۶۲۵	۲۵
۸۰۰	۲۰
۱۲۵۰	۱۵
۲۵۰۰	۱۰
	۵



توزیع اندازه ذرات

▶ قطر کره معادل (esd) (equivalent spherical diameter)

▶ قطر کره‌ای با حجمی برابر با حجم ذره



توزیع اندازه ذرات (معیاری دیگر)

▶ متوسط قطر ذرات $d_{50}\%$

▶ قطری از ذرات که حداقل ۵۰٪ جرمی ذرات قطرشان کمتر از آن باشد.

▶ ۵۰٪ وزنی ذرات قطر بیشتری از $d_{50}\%$ دارند و ۵۰٪ وزنی ذرات قطر کمتر

▶ تاب کات $d_{98}\%$

▶ ۹۸٪ ذرات قطر کمتر از $d_{98}\%$ دارند.

▶ از آنجا که ذرات درشت و زیر (coarse) باعث ایجاد تمرکز تنش می‌شوند، کاهش تاب کات مطلوب است و باعث بهبود خواص زیر می‌شود:

▶ استحکام ضربه

▶ استحکام کششی

▶ پراکندگی سطح

برای PVC-U
 $d_{98}\% < 5\mu m$
 $d_{50}\% < 1\mu m$



ذرات درشت و زیر

▶ ذرات درشت و زیر (تا ۶۰-۵۰ میکرون)

▶ موجب زبری سطح

▶ موجب سایش بیشتر ماشین آلات تولید

▶ حتی درصدهای پایین از ذرات درشت و زیر کربنات کلسیم، منجر به اثرات بسیار منفی روی مقاومت شربه محصول می‌شود.

نام کربنات	pHr	متوسط اندازه ذرات (میکرون)	٪ شکست در تست شربه
Katomite	۱۰	۳	۳۸
Katomite	۳۰	۳	۱۰۰
Extrafine Chalk	۱۰	۱	۳۰
Extrafine Chalk	۳۰	۱	۴۸



مساحت سطح ویژه

▶ تعریف: مساحت کلی سطح به ازای واحد جرم (m^2/g)

▶ هر چه ذرات ریزتر باشند مساحت سطح ویژه بیشتر می‌شود.

▶ معیاری از تعداد نقاط احتمالی تماس با زنجیر پلیمری

▶ افزایش مساحت سطح موجب

▶ مدول بالاتر

▶ استحکام کششی بالاتر

▶ برافیت سطح بیشتر

▶ استحکام شربه بالاتر

▶ خروجی بالاتر



ملاحظات مساحت سطح ویژه بالا

▶ خواص خوب ذرات با مساحت سطح ویژه بالا باید با پراکنش مناسب همراه باشد.

▶ پراکنش مناسب وابسته به شرایط فرایندی است.

▶ ذرات درشت ← پراکنش آسان

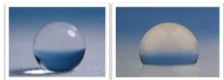
▶ ذرات ریز ← نیروی چسبندگی قویتر ← پراکنش دشوار





پراکندگی و خیس شدن سطح فیلر

▶ انرژی سطحی (mJ/m^2)، انرژی مورد نیاز برای افزایش سطح یک ماده به اندازه یک واحد سطح



ماده	انرژی سطحی (mJ/m^2)
کربنات کلسیم اصلاح نشده	۲۰۰
آب	۷۰
پی وی سی	۳۵

▶ وقتی سنگ آهک خرد می‌شود، سطوح جدیدی ایجاد می‌شود که آب جذب این سطوح می‌شود تا پیوندهای تازه ایجاد شده را خنثی کند. همچنین به دلیل بالا بودن انرژی این سطوح خود ذرات کربنات هم تمایل دارند به هم بچسبند و تشکیل کلوخه دهند.



اصلاح سطحی (پوشش دار کردن)

▶ بهبود پراکنش فیلر از طریق جذب لایه آب سطحی و کاهش انرژی سطحی

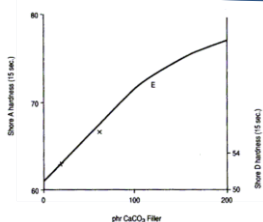
- ▶ اسید استئاریک
- ▶ واکنش با لایه سطحی آب و آزاد کردن آب، دی‌اکسید کربن و کلسیم استئرات
- ▶ سدیم استئرات
- ▶ مزایای فیلر پوشش دار
- ▶ پراکنش بهتر
- ▶ کاهش کلوخه شدن
- ▶ کاهش جذب دیگر افزودنی‌ها به سطح فیلرها

ماده	انرژی سطحی (mJ/m^2)
کربنات کلسیم اصلاح نشده	۲۰۰
کربنات کلسیم اصلاح شده	۲۰
پی وی سی	۳۵



سایش

42



▶ سایش دستگاه باعث

- ▶ ایجاد رگه‌های خاکی در محصول می‌شود.
- ▶ ایجاد اثر نامطلوب روی پایداری حرارتی محصول می‌شود.
- ▶ هزینه‌بر شدن تعمیر دستگاه می‌شود.



اثر فیلر روی رفتار مذاب و انتقال حرارت

43

➤ افزایش کرنشات کلسیم موجب افزایش ویسکوزیته و گشتاور دستگاه می‌شود. این اثر با استفاده از فیلرهای اصلاح سطحی

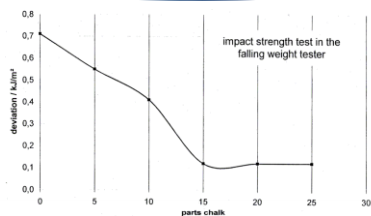
شده کاهش می‌یابد.

➤ کرنشات کلسیم باعث افزایش اصطکاک و انتقال حرارت بهتر به منظور تسريع فرآیند ذوب و افزایش سرعت تولید می‌شود.



مقاومت ضربه

44





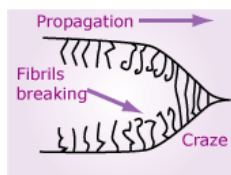
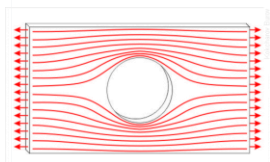
پیچیدگی مفهوم مقاومت ضربه در پلاستیک‌ها

45

- عوامل داخلی ماده:
- ترکیب، مورفولوژی، ریزساختار، وجود ناخالصی
- اثر شرایط فرایندی:
- تغییر حرارتی، پخت نامناسب، پراکنش نامناسب اجزای فرمولاسیون، تغییر عوامل داخلی ماده چن فرایند، ایجاد نقص‌های ساختاری در چین فرایند
- عوامل طراحی:
- شکل قطعه، وجود یا عدم وجود شکاف، طراحی قالب (تزریق)
- عوامل خارجی:
- انرژی و سرعت ضربه، شکل و سختی ضربه‌زن، نقطه ضربه، دما



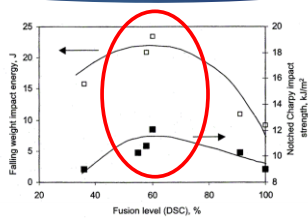
تمرکز تنش





نقش ژلینگی (بخت)

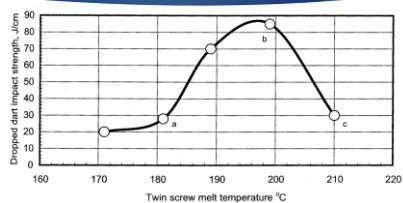
47





اثرات دمای فرآیند روی استحکام ضربه

48



استحکام ضربه ورقه حاوی 1 phr و 1 پارافین وکس

مکانیسم اثر اصلاح کننده های ضربه

The diagram illustrates the mechanism of impact modifiers. It shows a polymer matrix with impact modifiers (IM) and craze propagation. A craze tip is shown with stress concentration due to the crack tip. The diagram compares the state 'Without impact modifier' and 'With impact modifier', showing that the modifier reduces stress concentration and craze propagation.

پلی اتیلن کلیرینه شده CPE

The graph shows the change in mechanical values of property versus increasing modifier concentration. The graph plots Tensile strength, Impact strength, Cost, and Melt viscosity. Tensile strength and Impact strength increase with modifier concentration, while Cost and Melt viscosity decrease.

- بهترین و پرکاربردترین اصلاح کننده ضربه برای لوله و پروفیل
- درصد کلر: بین ۳۰ تا ۴۰ درصد
- مزایای گسترده
- مقاومت شیمیایی بالا
- خواص ضربه بالا در دماهای پایین
- سازگاری مناسب با محدوده وسیعی از افزودنی های دیگر
- مقاومت بالا در برابر عوامل جوی

مقاومت در برابر عوامل جوی

The 3D bar chart shows the effect of different modifier types on the resistance to environmental factors. The chart compares the resistance to environmental factors for different modifier types.



تیتانیوم اکساید (TiO₂) (تیتان)

52



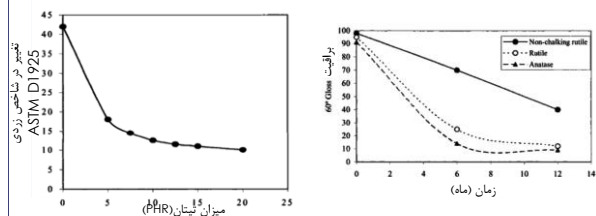
- ▶ سفیدکنندگی بالای آمیزه
- ▶ توانایی پوشاندن تغییر رنگهای ناشی از اشکالات فرایندی
- ▶ پایداری شیمیایی بالا
- ▶ افزایش مقاومت در برابر اشعه UV



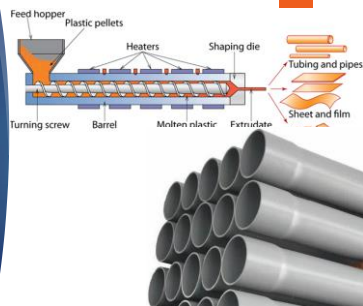
اثر مقدار تیتان روی مقاومت در برابر UV

53

PVC سخت سفید، ۶ ماه در برابر آفتاب آریزونا



فرایند تولید لوله PVC



فرایند اختلاط





اهمیت اختلاط

- تولید یک محصول خوب به استفاده از اجزای درست، با نسبت درست، با توزیع درست وابسته است.
- محصول خوب، به اختلاط خوب وابسته است.
- اختلاط خوب، و به دنبال آن فرایند خوب روی محصول، برای رسیدن به مقاومت ضربه‌ای خوب، استحکام بلند مدت، مقاومت بالا در برابر عوامل جوی، شکنندگی در دماهای پایین‌تر و بسیاری از خواص دیگر حیاتی است.



مقایسه اختلاط توزیعی و پراکنشی





اختلاط گرم



برای تولید آمیزه‌ی گرم می‌توان از دو نوع میکسر استفاده نمود:

1. میکسرهای با دور کند با امکان گرمایش

2. میکسرهای با دور بالا

(سرعت محیطی در حدود 20 m/s تا 50 m/s)



مزیت میکسرهای سرعت بالا

یکی از دلایل اصلی استفاده از میکسرهای سرعت بالا، سرعت گرم شدن آمیزه است.

گرم شدن آمیزه معمولاً به سه دلیل مطلوب است:

- ذوب شدن واکس‌ها و دیگر افزودنی‌ها تا در مراحل بعدی از آمیزه جدا نشوند.
- رساندن دمای PVC به بالاتر از دمای 170°C تا اجزای آمیزه سریع‌تر در آن نفوذ کنند.
- کاهش تخلخل ذرات و ایجاد دانسیته‌ی توده‌ی بالاتر. هرچه دانسیته‌ی توده‌ی بالاتر باشد، پودر راحت‌تر از سیلو یا میکسر، و به درون اکسترودر جاری می‌شود، و نیز موجب می‌شود تا پیچ اکسترودر بیشتر پر شود و سرعت اکستروژن افزایش یابد.



تأثیر دور میکسر روی دانسیته

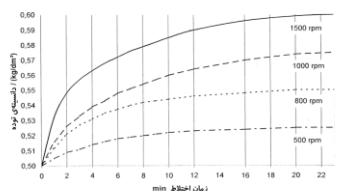


Fig. 1 Bulk density against mixing time

cpm

اختلاط سرد

دلائل استفاده از میکسر سرد:

- جلوگیری از تخریب حرارتی آمیزه‌ی خروجی (که موجب تغییر رنگ در محصول نهایی می‌شود)
- انتقال مخلوط خشک به صورت بهینه و انباشش آن
- شوک سرد باعث می‌شود که خواص جریان آزاد بهبود یابد

میکسر سرد باید حجم بیشتری داشته باشد:

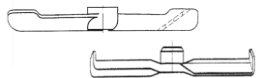
- سه تا چهار برابر میکسر گرم



تیغه‌ها

در صورتی که تیغه به صورت غیر آپروپینامیک طراحی شده باشد، باعث ایجاد برخوردهایی سخت بین ذرات PVC و فلز می‌گردد.

آمیزه روی لبه‌های تیغه که حرارت بیشتری دارند تجمع پیدا می‌کند، و حتی به دلیل حرارت ناشی از برخوردها ممکن است بسوزد.



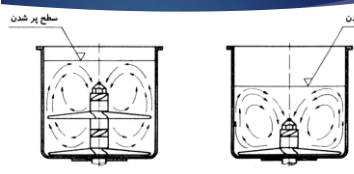
چیدن تیغه‌ها در سطوح مختلف

سلج پر شدن

تیغه در بالا تنظیم شده است

تیغه در پایین تنظیم شده است

Fig. 13.18 Product whorl resulting from mixing tool setting.





شکل جریان مواد در میکسر

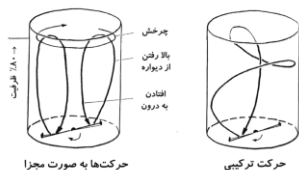


Fig 5 Sketch of the mixing tromb

cpm



مراحل مختلف اختلاط PVC سخت در یک میکسر سرعت بالا

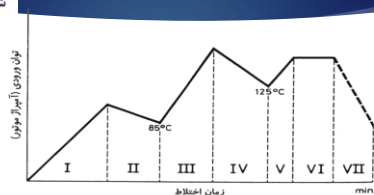


Fig. 13.23 Power input during the blending of rigid PVC in a high-speed mixer. Phase I, mixing and abrading; II, increase in free-flowing property; III, melting of lubricants; IV, dry mixing; V, melting of metallic stearates; VI, hot mixing; VII, cooling of blend in cold mixer.



عوامل مؤثر بر اختلاط

- ♦ پلیمر PVC
- ♦ دمای اختلاط و زمان اختلاط
- ✓ زمان در محدوده ۱۰ تا ۲۰ دقیقه
- ✓ از افزایش دمای بیش از $15^{\circ}\text{C min}^{-1}$ در طول اختلاط خودداری شود
- ♦ پرکننده‌ها (کربنات کلسیم)
- ✓ پرکننده‌های با سطوح متخلخل مخلوط نهایی را خشک‌تر می‌کنند



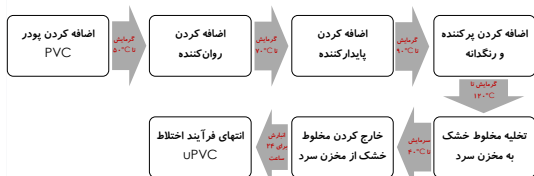
عوامل مؤثر بر اختلاط

روان کننده

- ❑ حالت فیزیکی آن (جامد، مایع یا خمیر)
- ❑ سازگاری آن با PVC
- ❑ دمای ذوب روان کننده‌های خارجی (واکس‌ها)
- ❑ روان کننده قبل از رسیدن به دمای نهایی ذوب شده و به صورت همگن در کل ماده پخش شود
- ❑ حالت فیزیکی جامد آن پس از خنک شدن مخلوط تا دمای میکسر سرد (در حدود 40°C) مجدداً پازایی شود
- ❑ مقدار آن

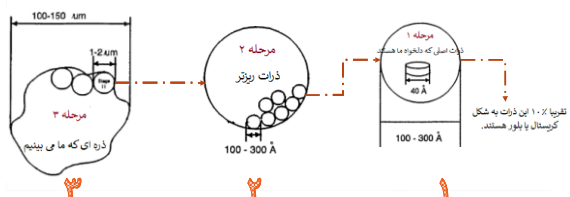


بهترین روش اختلاط





ساختار ذره پی وی سی





یادآوری فرایند پخت

در طول فرایند تولید قطعه ای از PVC، وقتی مواد گرم می شود، در ابتدا کوچک ترین دانه ها با کریستال ها (grains) ذوب می شوند. در طول فرایند ذوب شدن، این دانه های مذاب به هم پیوسته و با هم تشکیل حالت نیمه ژل می دهند که تحت عنوان پخت یا ژل شدن شناخته می شوند.



روش های تشخیص پخت

تست دی کلرومتان: که روشی کیفی است. مطابق استاندارد ISO 9852 و استاندارد ملی ایران ISIRI 10609 Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) pipes — Dichloromethane:ISO 9852 resistance at specified temperature (DCMT) — Test method

مقطع اولیه با طول حدود ۲۰۰ میلی متر با استفاده از ماشین تراش به منظور ایجاد پخ تراشیده می شود.

این قطعات پخ شده برای محاسبه درجه ژل شدن در ۱۵ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه در دی کلرومتان غوطه ور می شوند.



نمونه های اولیه و پخ شده از تست غوطه ور سازی در دی کلرومتان



روش های تشخیص پخت

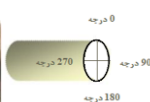
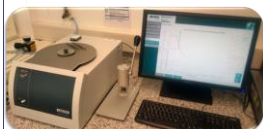
گرماسنج روشی تفاضلی (DSC): که روشی کمی است و در آن میتوان مقدار ژل را محاسبه کرد. مطابق استاندارد ISO 18373-2

حدائق ۴ نمونه در موقعیت های ۰، ۹۰، ۱۸۰ و ۲۷۰

دمای شروع فرایند: $(35 \pm 15)^{\circ}\text{C}$

دمای نهایی: 225°C

نرخ گرمایش: 11°C/min





روش های تشخیص پخت

استاندارد ملی ایران ISIRI19316

دو پیک در نمودار DSC لوله های PVC وجود دارد که پیک B (در دمای بالاتر) مربوط به ذوب کریستال های اولیه بوده و پیک A (در دمای پایین تر) مربوط به ذوب کریستال های ثانویه است. همچنین نقطه عطف بین A و B پیک B نشان دهنده دمای فرآیندی می باشد.

درجه زل شدن از فرمول زیر بدست می آید:

$$\text{Degree of Gelation} = \frac{\text{Area A}}{\text{Area A} + \text{Area B}}$$



اثر افزایش دما بر درصد ژلینگ

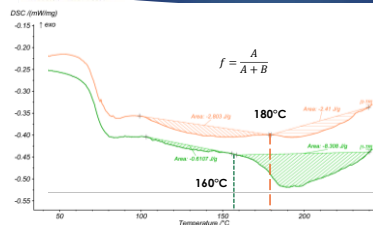
انجام شده در آزمایشگاه کیمیاران

درصد ژلینگ با پخت برای دمای 180 درجه: 7.5%

درصد ژلینگ با پخت برای دمای 160 درجه: 16.7%

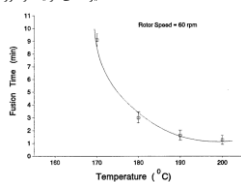
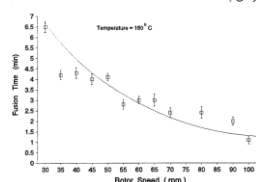
نتیجه آزمون فشار هیدروستاتیک این دو نمونه به ترتیب 4 و 6 دقیقه بوده است.

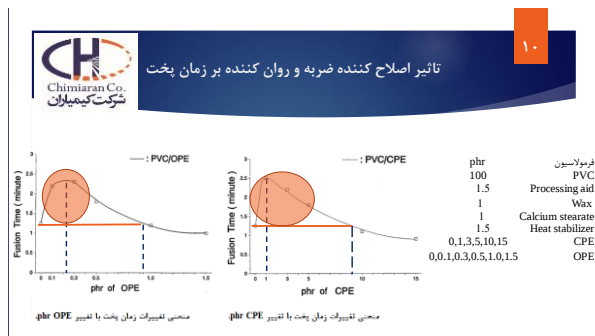
$$f = \frac{A}{A + B}$$

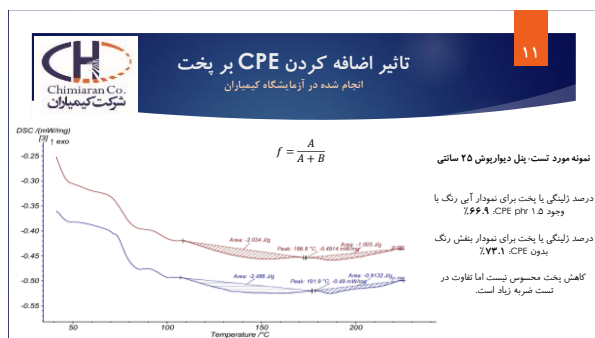


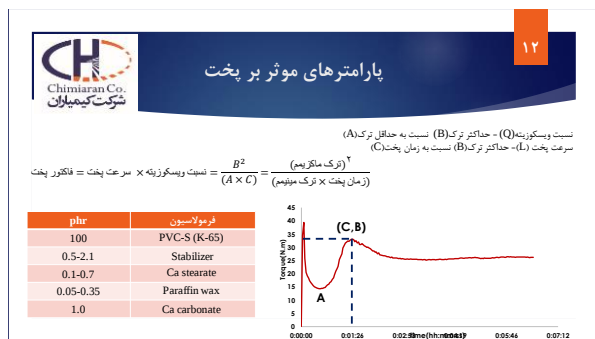
پارامترهای موثر بر پخت

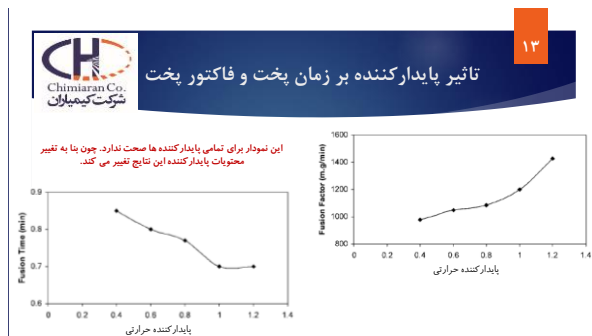
تاثیر دمای فرآیند و دور موتور بر زمان پخت

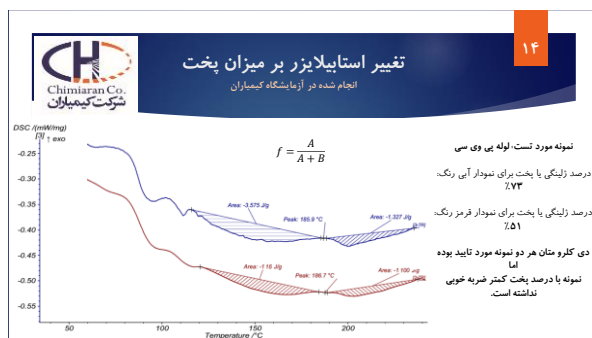


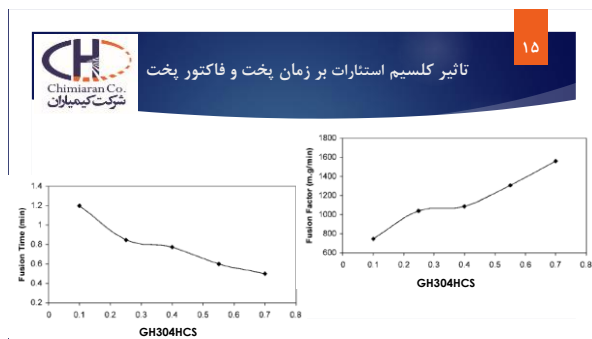








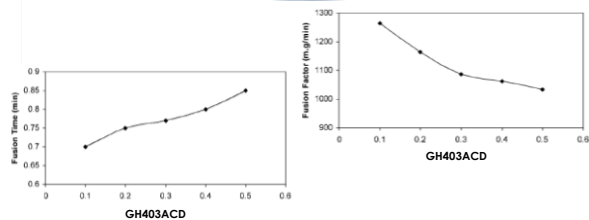




۱۶



تأثیر اسید استئاریک بر زمان پخت و فاکتور پخت

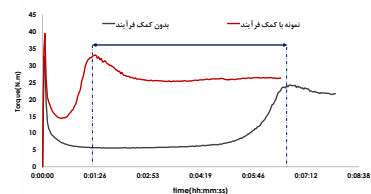


۱۷



تأثیر کمک فرآیند بر زمان پخت

انجام شده در آزمایشگاه کیمیاران



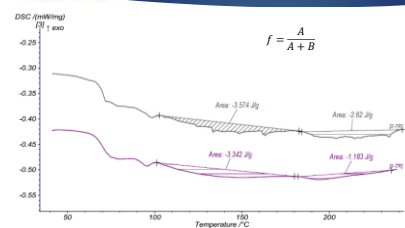
زمان پخت (fusion time) برای نمونه بدون کمک فرایند ۶:۴۴ دقیقه بود که بعد از اضافه کردن GH415A1D به ۱:۴۰ کاهش یافته است.

۱۸



تأثیر کمک فرایند بر پخت

انجام شده در آزمایشگاه کیمیاران



نمونه مورد تست، لوله برقی

درصد زایلگی با پخت برای

نمودار طوسی رنگ: ۵۷.۷٪

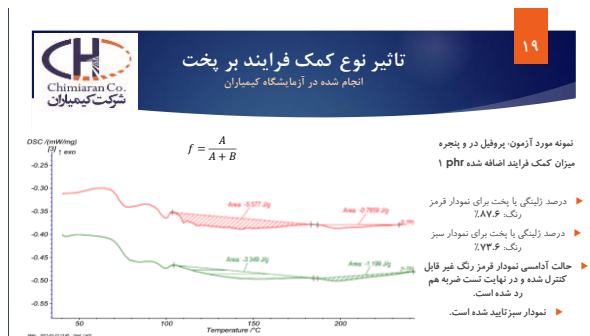
درصد زایلگی با پخت برای

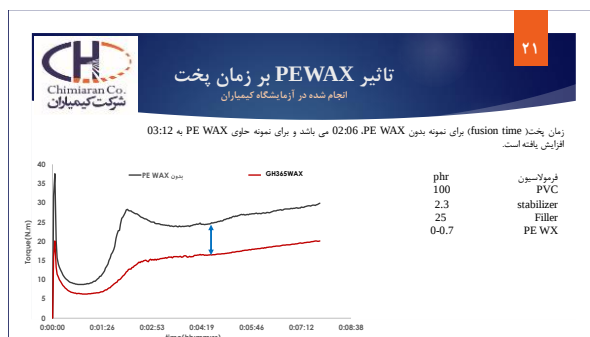
نمودار بنفش رنگ: ۷۴٪

✓ تفاوت محسوس دو لوله در

میزان خم کردن نیز مشاهده

شد.





ثبت داده ها

CH Chimiaran Co. شرکت کیمیاران

- یکی از ساده ترین راه های تشخیص مشکل، اطلاع از زمان ایجاد مشکل و دانستن کلیه تغییرات انجام شده قبل از ایجاد مشکل است.
- با تهیه چک لیست های مناسب و ثبت کوچکترین مسائل می توان مشکل ایجاد شده را به خوبی ردیابی کرد و شرایط را به حالت قبل از تغییر برگرداند در صورتی که مشکل برطرف شود، ریشه مسئله مشخص می شود.
- راه حل های بدست آمده را پس از عیب یابی با ذکر جزئیات ثبت نمایید تا در صورت مشاهده همین مسئله در آینده، سرپرست خط بلافاصله بتواند مشکل را حل کند.



پیش نیازهای یک فرایند عیب‌یابی

► ابزارهای اندازه‌گیری خوب

► فرایند اکستروژن فرایندی است که تقریباً در یک چعبه سیاه رخ می‌دهد.

► درک خوب از فرایند اکستروژن

► برای اینکه بتوانیم مشکلات به وجود آمده در یک فرایند اکستروژن را به خوبی حل کنیم، لازم است درک خوب و درستی از فرایند داشته باشیم.

► جمع‌آوری و تحلیل داده‌های گذشته

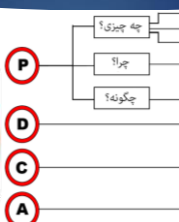
► برای درک این که چرا یک فرایند به خوبی کار نمی‌کند، باید شرایط کنونی فرایند را با شرایط قبلی آن، یعنی هنگامی که مشکل وجود نداشت، مقایسه کنیم.

► کار گروهی

► مشکلات اکستروژن معمولاً به داده‌های سایر بخش‌ها مانند کنترل کیفیت مواد، خرید، نگهداری، مهندسی و سایر بخش‌ها نیاز دارد.



روشهای حل مسئله (PDCA)



۱- مشکل را به صورت واضح بنویسید.

۲- مشکل را به قسمت‌های کوچک‌تر تقسیم کنید.

۳- اهداف کوچک را مشخص کنید.

۴- عمل مشکل را به صورت ریشه‌ای بررسی کنید.

۵- راه حل‌ها را مشخص کنید.

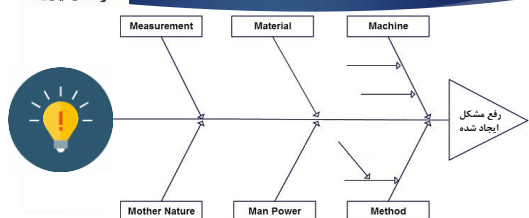
۶- راه حل‌های پیشنهادی را انجام دهید.

۷- نتایج را بررسی کنید.

۸- راه حل را منتهی کنید و در اختیار تمام کسانی که ممکن است با آن مواجه شوند، قرار دهید.



مدل ایشی کاوا (6M)





انواع اصلی مشکلات

- ❑ مشکلات خروجی
- ❑ اشکالات ظاهری
- ❑ اشکالات عملکردی محصول
- ❑ دمای مذاب بالا
- ❑ بار زیاد موتور
- ❑ فرسایش سیلندر و ایا مارپیچ



ارتباط میان اجزای فرمول و عیب یابی

➤ تعادل میان اجزای مختلف فرمولاسیون از اهمیت بسیاری برخوردار است.

➤ فرمولاسیون هر تولید با توجه به موارد زیر نوشته می شود:

- نوع محصول نهایی
- سابقه و کیفیت ماشین آلات
- قیمت تمام شده محصول



تاثیر استفاده بیش از حد از:

- ❑ پلی اتیلن واکس
 - کاهش امپر دستگاه
 - روغنی شدن سطح محصول
 - مهاجرت به سطح و گرفتگی کالیبراتور قالب
 - مشاهده سوختگی های غیر منظم
- ❑ استئارات کلسیم
 - افزایش امپر دستگاه
 - مات و کدر شدن سطح ظاهری محصول
 - پخت بیش از حد و در نتیجه مشکل شدن فرایند خروج گاز و ایجاد سوختگی و شکندگی



تاثیر استفاده بیش از حد از:

- ❑ کربنات کلسیم
 - افزایش آمپر دستگاه
 - مات و کدر شدن سطح ظاهری محصول
 - پل زدن، کلوخه شدن مواد در میکسر
 - کاهش شدید خواص مکانیکی محصول نهایی
 - افزایش وزن محصول نهایی
 - عدم کنترل حرارت های اضافی ایجاد شده در ناحیه های حرارتی نزدیک آداپتور
 - سایش سریعتر و هزینه بر شدن تعمیرات دستگاه



تاثیرات استفاده از پی وی سی نامناسب:

- ❑ فیش آی بالا:
 - موجب دان زدگی محصول می شود در صورت وجود سرنده پس از میکسر می توان از ورود این ذرات به اکسترودر جلوگیری کرد.
- ❑ دارک رزین:
 - در محصول رنگ روشن ممکن است روی سطح بیاید.
- ❑ تغییرات پارامتر K:
 - این پارامتر مستقیماً با ویژگی های اصلی پی وی سی در ارتباط است و با تغییر آن شرایط تولید کاملاً به هم می ریزد. با توجه به میزان تغییر K و نوع تولید گاهی می توان این تغییرات را با تغییر شرایط فرایندی جبران نمود گاهی خیر.
- ❑ رطوبت:
 - باعث کلوخگی مواد در میکسر می شود. مقادیر بالای رطوبت را نمی توان خارج کرد.
- ❑ الکترسیسته ساکن



مشکلات مرتبط با فرایند اکستروژن

- مشکلات فرایندی تنوع و گستردگی فراوانی دارند. سابقه تولید و کیفیت ماشین هنگام برطرف کردن مشکلات باید در نظر گرفته شوند.
- تغییرات اعمالی نباید موجب خرابی دستگاه شود.
- محصول باید الزامات استاندارد را برآورده کند.
- افزایش دما باید با اختلاف 5 درجه افزایش پیدا کند.
- کنترل دمای خورشیدی و آداپتور بسیار مهم است.



عدم حرکت مواد در داخل سیلندر

خروجی کم: چه عواملی روی کاهش خروجی تاثیرگذار هستند؟

دلایل:

❑ بسته بودن مسیر مواد

❑ پل زدن مواد در قیف خوراک دهی

❑ سرد بودن مواد

❑ کمبود میزان روان کننده

راهکار:

❖ ویسکوزیته مواد بالا است.

❖ افزایش دمای سیلندر

❖ افزایش دمای قالب

❖ افزایش میزان روان کننده



وجود خطوط سیاه یا حباب و حفره بر روی محصول

دلایل:

❑ دمای سیلندر و یا قالب بسیار بالا است.

❑ مذاب جریان صاف نمی باشد.

❑ ترمومترهای مورد استفاده دقیق نیستند.

❑ کمبود روان کننده یا استابیلایزر

❑ وجود رطوبت در آمیزه

راهکار:

❖ اگر خطوط سیاه در داخل هستند، دمای سیلندر را کاهش دهید.

❖ اگر خطوط سیاه روی سطح بیرونی هستند: دمای قالب را کاهش دهید و یا سرعت مارپیچ را زیاد کنید.

❖ پولیش و آبکاری سطح سیلندر و مارپیچ را بررسی کنید.

❖ ساختار قالب را تغییر دهید.

❖ مقدار روان کننده یا استابیلایزر را افزایش دهید.

❖ تنظیم دمای فرایند اختلاط



انحنا در قطعات تولیدی

دلایل:

❑ خروجی نامنظم

❑ اختلاف دمای زیاد بین خوراک گیر و ناحیه ذوب

❑ خط تولید صاف نیست.

❑ خنک کاری ناکنواخت است.

❑ در بخش کالیبر، به بعضی قسمت ها بار بیشتری وارد می شود.

❑ مقدار فیبر یا کربنات کم است.

❑ مقدار ضایعات زیاد است.

راهکار:

❖ نوسانات خوراک گیر را بررسی کنید.

❖ انحراف دمای سیلندر از حد تنظیم را به حداقل برسانید.

❖ چیدمان خط تولید را مجدداً ارزیابی کنید.

❖ یکنواختی دمای آب حمام را بررسی کنید.

❖ یکنواختی تولید که به کالیبراتور وارد می شود را بررسی کنید.

❖ مقدار فیبر را افزایش دهید.

❖ مقدار ضایعات را کاهش دهید.



شکست مذاب؛ سطح ناصاف و زیر و ناپایدار

دلایل:

- ❑ با کاهش دمای قالب جریان مذاب ناپختن است.
 - ❑ ناهمگونی فشار در اثر وجود مناطقی که صاف و یکدست نیستند.
 - ❑ جریان مذاب ضعیف و ناپختن است.
 - ❑ میزان تنش وارد شده به مواد زیاد است.
- راهکار:**
- ❖ کاهش سرعت اکستروژن
 - ❖ افزایش دمای قالب
 - ❖ بررسی پولیش و صیقل بودن اجزا
 - ❖ افزایش روان کننده خارجی
 - ❖ استفاده از PVC با K پایین تر



تشکیل حفره یا حباب

دلایل:

- ❑ وجود رزین باز نشده در قالب یا آداپتور
 - ❑ پایداری حرارتی پایین
 - ❑ کمبود روان کننده خارجی
 - ❑ تخریب در اثر حرارت بالا
 - ❑ وجود رطوبت در مواد
- راهکار:**
- ❖ کاهش دمای قالب و سیلندر
 - ❖ بررسی نقاط مرده
 - ❖ افزایش مقدار استایلایزر
 - ❖ افزایش مقدار روان کننده خارجی
 - ❖ میکسر و مواد بررسی شوند



کاهش براقیت سطح

دلایل:

- ❑ دمای پایین قالب
 - ❑ کم بودن مقدار وکیوم در کالیبر
 - ❑ فاصله زیاد بین قالب و کالیبر
 - ❑ وجود مواد ناسازگار
 - ❑ مقدار یا نوع نامناسب کربنات
- راهکار:**
- ❖ افزایش دمای قالب
 - ❖ افزایش میزان وکیوم
 - ❖ کاهش فاصله میان قالب و کالیبر
 - ❖ بهینه سازی افزودنی ها
 - ❖ کاهش میزان روان کننده خارجی یا کربنات



خواص مکانیکی ضعیف

راهکار:

- ❖ افزایش دمای سیلندر
- ❖ کاهش دمای سیلندر
- ❖ تنظیم سرعت ماریج
- ❖ افزایش دمای سیلندر در نزدیکی قیف و ایجاد وکیوم کافی
- ❖ بررسی ساختار ماریج و آداپتور
- ❖ کاهش روان کننده خارجی
- ❖ بررسی مقادیر اصلاح کننده ضربه و گرینات

دلایل:

- ❑ پخت ضعیف ناشی از دما
- ❑ تخریب جزئی ناشی از دما
- ❑ سرعت زیاد ماریج
- ❑ کمبود وکیوم
- ❑ نسبت L/D نا مناسب
- ❑ روان کننده خارجی زیاد



آمبر بالا می رود

راهکار:

- ❖ کاهش سرعت اکستروژن
- ❖ کاهش میزان خوراک گیری
- ❖ کاهش دمای سیلندر
- ❖ افزایش ظرفیت موتور
- ❖ تغییر نوع رزین
- ❖ افزایش میزان روان کننده خارجی
- ❖ کاهش میزان اصلاح کننده یا تغییر نوع آن

دلایل:

- ❑ سرعت بالای ماریج
- ❑ خوراک گیری بالا
- ❑ دمای بسیار زیاد سیلندر در نزدیکی قیف
- ❑ ظرفیت پایین موتور
- ❑ بالا بودن K بی وی سی
- ❑ کمبود روان کننده خارجی
- ❑ زیاد بودن مقدار اصلاح کننده ضربه

سپاس از توجه شما